

生活污水再生用于景观水体的工程实例分析

Analysis on Recycled Domestic Sewage's Use for Scenic Water

■ 余占环 Yu Zhanhuan
丁志斌 Ding Zibin
程婷婷 Cheng Tingting

【摘要】 生活污水再生用于景观水体既能满足人们对娱乐观赏性水环境的需要,又有利于水生生态系统自然修复,能够实现水资源的可持续利用。文章介绍了南京某学院生活污水再生用于景观水体的工程实例及水质监测的结果,提出了两种有效抑制此类景观水体富营养化现象发生的方法。

【关键词】 污水回用;景观水体;水体富营养化;水生植物

【Abstract】 Recycled domestic sewage's use for scenic water not only satisfies people's need for entertaining and ornamental water environment, but also facilitates the natural rehabilitation of water ecosystem and the sustainable utilization of water resources. This article introduces the use of recycled domestic sewage for scenic water and the result of water quality monitoring in a college in Nanjing, and brings forward two effective ways to restrain water eutrophication.

【Keywords】 sewage recycling; scenic water; water eutrophication; aquatic plant

0 引言

随着我国经济的持续快速发展和城市化进程的不断加快,人们对居住、工作、学习、娱乐等场所环境的要求也越来越高,尤其是对水环境的要求,这就使得水资源短缺的问题因此变得更加突出,而且已经成为制约人民群众生活水平提高和社会可持续发展的重要因素。如何解决水资源的供求矛盾,已经成为世界各国重点研究的课题。

生活污水再生用于景观水体(包括自然景观水体和人工景观水体),是满足缺水城市对娱乐观赏性水环境需要而发展起来的一种再生水回用方式,到目前为止,只有少数发达国家对此做过系统的研究,并提出了相应的水质标准^[1]。应该说,生活污水再生用于景观水体是完成水生态系统自然修复的最佳途径之一,能够实现水资源的可持续利用^[2],符合我国的可持续发展战略思想。因此,无论是从

经济的角度讲,还是从环境和社会的角度讲,生活污水再生利用都具有十分重要的推广价值。

1 工程概况

南京某学院的生活污水再生利用工程包括两个部分:生活污水处理站和景观水系统。

1.1 生活污水处理站

该学院地处原属于城市郊区,有部分生活污水因地势原因未接入市政排水管网。建设污水处理站的目的,一是解决未接入市政排水管网生活污水的处理问题,二是为学院景观及绿化用水提供再生水源。处理站的设计容量为:300t/d,整个处理工艺的流程为:原水→格栅井→沉淀池→水解池→生物接触氧化池→调节池→滴滤池→人工湿地→氧化塘→消毒→出水。其中,格栅井、沉淀池、水解池、生物接触氧化池和调节池为合建地埋式钢筋混凝土结构。生物接触氧

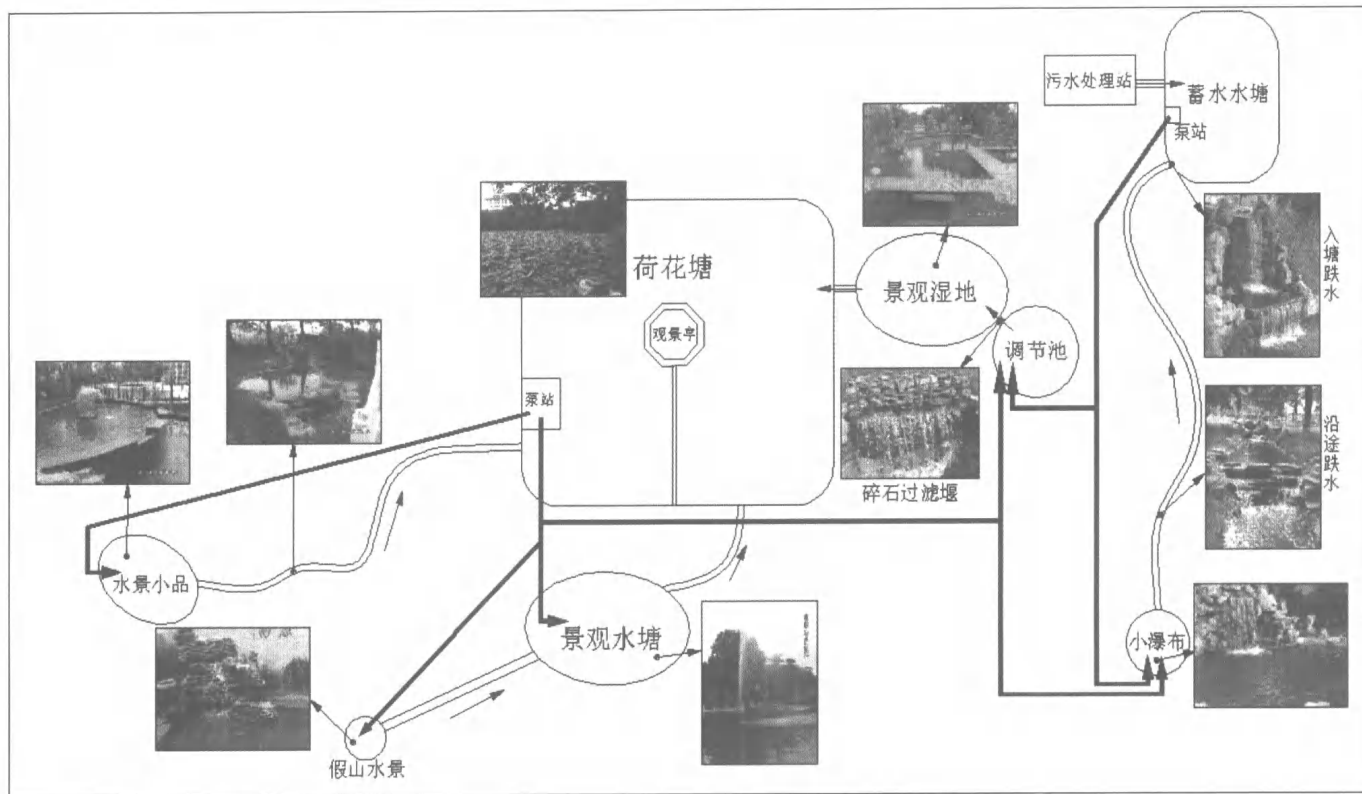


图1 学院景观水体循环系统布置示意图

化池内布置有人工填料和水下曝气机，曝气时间可以根据不同季节进行调整；滴滤池为地上式，砖体结构，填料为砾石(直径5~10cm)，进水由提升泵从调节池送入；人工湿地为潜流式，地面种植芦苇、美人蕉等水生植物；氧化塘内种植了菖蒲、睡莲、香蒲、慈姑和美人蕉等水生植物；氧化塘出水经沟槽式紫外灯消毒设备汇入蓄水水塘。

1.2 景观水系统

整个景观水系统包括：原有的两个水塘，新设计开凿的四条水渠、四处水景小品和一个景观水塘，改造的一处景观湿地和一个调节池。整个水系统的平面布置详见图1。图1中从水景小品到荷花塘以及从小瀑布到蓄水水塘的两条长距离水渠，以钢筋混凝土做防渗护底和护坡，并以砾石点缀其上，一方面可以模拟天然河道的砾石河底，另一方面可以利用附着其上的生物膜净化水质。水渠依地势开

凿，沿途绕开已有的树木，依地形在适当的位置设置跌水堰，一方面增加了水渠的景观价值，另一方面通过跌水为水体复氧，增加水中溶解氧的含量，又提高水体的自净能力。荷花塘内除种植了荷花外，还栽种了芦苇、睡莲等水生植物；景观湿地分区种植了香蒲、菖蒲、水葱、睡莲、美人蕉、慈姑、旱伞草和芦竹等植物；景观水塘也在近岸处种植了菖蒲、香蒲、美人蕉、慈姑和睡莲等植物。从图1中我们还可以看到，当水系统完全运行起来时，可以形成一个大循环和五个局部循环，分别为：①蓄水水塘→调节池→景观湿地→荷花塘→小

瀑布→蓄水水塘；②蓄水水塘→小瀑布→蓄水水塘；③荷花塘→景观湿地→调节池→荷花塘；④荷花塘→水景小品→荷花塘；⑤荷花塘→假山水景→景观水塘→荷花塘；⑥荷花塘→景观水塘→荷花塘。

六个水循环的形成和大量水生植物的种植，可以在很大程度上增强水体的自净能力，从而保证了用水水质和水体的景观价值。

2 水质监测实验

2.1 监测项目及方法

水质监测的项目及方法如表1所

表1 水质监测项目、方法及使用仪器

监测项目	监测方法	使用仪器
COD _{Cr}	重铬酸钾回流法	COD 全玻璃回流装置
TN	过硫酸钾氧化-紫外分光光度法	TU1810 紫外分光光度计
TP	钼锑抗分光光度法	TU1810 紫外分光光度计
NH ₃ -N	纳氏试剂分光光度法	TU1810 紫外分光光度计

示。

2.2 监测结果与分析

2.2.1 污水处理站出水水质

从四月份开始,对该污水处理站的进出水水质进行了跟踪监测。监测结果表明,处理站对COD_{Cr}去除效果较好,对TN、TP和NH₃-N也有不错的处理效果,出水水质基本达到了城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)^[3]一级A的标准,同时也达到了城市污水再生利用景观环境用水水质(GB/T 18921-2002)^[4]的要求。另外,由于采用的污水处理工艺以湿地净化为主,动力消耗低,处理成本不足0.2元/t,全自动运行,无需专人管理。表2列出了处理站出水水质监测结果和水质标准。

2.2.2 荷花塘水质

表3给出了荷花塘的水质监测结果以及地面水环境质量标准(GB 3838-2002)^[6],数据显示,除TP偶尔超标外,荷花塘的其它各项水质指标均能达到IV类水的要求,并接近III类水的标准。

2.2.3 景观水体自净能力的分析

图2给出了景观水体对各项污染

物指标净化效果的对比结果(此处去除率的计算,是以表2中的各项数据为荷花塘的进水污染物浓度,以表3中的各项数据为经荷花塘处理后的污染物浓度)。容易看出,水体对TN、TP和NH₃-N的去除率比较高,而且比较稳定;对COD_{Cr}的去除率不高,且起伏较大。这就说明,景观湿地、荷花塘和景观塘内栽种的水生植物及其形成的微生物环境,对TN、TP和NH₃-N的去除效果比较理想,而对COD_{Cr}的去除效果一般。分析原因,可能跟污水处理站出水中COD_{Cr}的含量相对比较低有关。水生植物对污水的净化机理主要包括:植物的吸附吸收作用、微生物的新陈代谢作用和水生植物对藻类的抑制作用等^[6],其中,水生植物的吸附吸收作用和微生物的新陈代谢作用在水质的净化中发挥着关键性的作用。景观水体中COD_{Cr}的含量比较低就会导致微生物对有机物的降解效率降低,进而导致COD_{Cr}的去除率较低。相比之下,景观水体中正处于生长期的水生植物需要足够的营养元素,能够大量吸收水中可利用的氮和磷,因而景观水体对

TN、TP和NH₃-N的去除效果会比较好。

建设项目水资源论证导则(SL/Z 322-2005)给出的水体富营养化控制标准为:TN ≤ 0.5mg/l、TP ≤ 0.05mg/l^[7]。从荷花塘的水质监测结果来看,荷花塘的水质已经达到富营养化的水平,存在发生水体富营养化的潜在危险。但是,从现场的观测结果来看,荷花塘水质远未发生富营养化,尤其是在4月底水草生长茂盛时期,荷花塘的水清澈见底,透明度超过了2m。由此可见,水生植物的大量种植和水循环系统的形成,使得以荷花塘为主体的景观水体具有良好的自净能力,即便是N、P含量超标,也能有效抑制富营养化现象的发生,保证了水体景观功能的发挥。

3 结论

综合前面的水质监测结果和分析,可以总结出以下具有借鉴意义的结论:

- (1) 生活污水再生回用于景观水

表2 污水处理站出水水质监测结果及水质标准

单位: mg/L

项目	日期					GB 18918-2002 一级A	GB/T 18921-2002
	04.09	04.23	05.15	06.05	06.27		
COD _{Cr}	16.236	15.686	12.648	15.540	18.690	50	-
TN	6.055	5.167	11.606	8.636	6.424	15	15
TP	0.264	0.372	0.663	0.583	0.346	0.5	0.5
NH ₃ -N	2.080	1.125	3.078	1.853	0.740	5	5

表3 荷花塘水质监测结果及地面水环境质量标准

单位: mg/L

项目	日期					GB 3838-2002	
	04.09	04.23	05.15	06.05	06.27	IV类	III类
COD _{Cr}	11.682	8.118	9.094	12.800	13.210	30	20
TN	1.041	0.870	1.481	0.963	0.932	1.5	1.0
TP	0.064	0.038	0.113	0.043	0.072	0.3(湖、库0.1)	0.2(湖、库0.05)
NH ₃ -N	0.075	0.070	未监测到	0.179	0.023	1.5	1.0

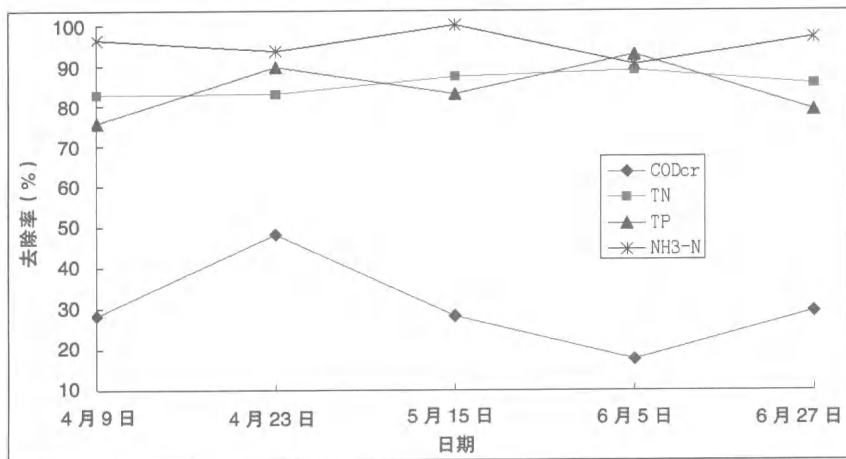


图2 景观水体对各项指标的去除率比较

(注: 5月15号荷花塘内未监测到NH₃-N的存在, 其去除率按100%计)

体, 污水处理工艺及处理效果是关键, 污水处理工艺应具有一定的脱氮除磷效果, 尽可能降低再生水中营养盐元素的含量, 进而降低景观水体的自净压力。

(2) 景观水体的设计应该结合场地和地形, 巧妙地把各水景点、水路连成统一的系统, 形成不同范围不同层次的循环水系。如此设计可以使景观水体动起来, 防止形成死水, 增强水体的自净能力, 从而有效地抑制水体富营养化现象的发生。

(3) 在景观水体的不同区域, 结合周围绿化环境, 分空间层次分季节时段种植高等水生植物, 尤其是那些根系较发达的植物。这种做法既能有效地净化水质, 又可以提高水体的景观价值, 可谓是一举两得。另外, 建议在面积比较大的景观水体的近岸处种植一定厚度的挺水植物, 比如芦苇等。这样做的最

大好处是在暴雨到来时, 对汇入水体的地面径流进行过滤、截污, 有效地保护景观水体的主体部分。

(4) 生活污水再生利用, 只要景观水体设计合理管理得当, 即使水体中营养盐类元素(主要是N、P)的含量略超过水体富营养化控制标准, 也能有效抑制水体黑臭、藻类疯长等富营养化现象的发生。

参考文献

- [1] 钱靖华, 田宁宁. 再生水回用于景观水体存在的问题及防治对策[J]. 给水排水, 2006, 32(5): 71-74.
- [2] 樊开青, 吕伟娅. 再生水回用于景观水体的初步探讨[J]. 环境保护科学, 2005, 31(130): 28-30.
- [3] GB18918-2002, 城镇污水处理厂污染物排放标准[S].
- [4] GB/T18921-2002, 城市污水再生利用景观环境用水水质[S].
- [5] GB 3838-2002, 地面水环境质量标准[S].
- [6] 屠晓翠, 蔡妙珍, 孙建国. 大型水生植物对污染水体的净化作用和机理[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(12): 2843-2844, 2867.
- [7] SL/Z322-2005, 建设项目水资源论证导则[S].

(收稿日期: 2007-08-05)

余占环, 程婷婷, 南京解放军理工大学工程兵工程学院野战给水教研室在职研究生, 助理工程师; 丁志斌, 南京解放军理工大学副教授。

